Aula 7

PRODUTIVIDADE DOS ECOSSISTEMAS

META

Apresentar produtividade primária nos ecossistemas terrestres, os fatores limitantes da produtividade e os padrões de produção primária nos ecossistemas aquáticos.

OBJETIVOS

Ao final desta aula, o aluno deverá:
explicar o processo de produção usando símbolos de energia;
comparar produção bruta e líquida e diferentes métodos e técnicas de medição;
identificar fatores limitantes externos e internos dentro de um sistema energético;
e reconhecer os padrões temporais, biogeográficos que influenciam a produção

PRÉ-REQUISITOS

O aluno deverá revisar os assuntos relativos a adaptação em ambientes terrestres, a energia nos sistemas ecológicos, a evolução do metabolismo dos organismos e os processos metabólicos.

Biomassa (Fonte: http://www.expobioenergia.com).

INTRODUÇÃO

Caro aluno, introduziremos nossa aula com três perguntas sobre o assunto que veremos posteriormente: Como a energia e o carbono percorrem os ecossistemas? Como os ecossistemas terrestres e aquáticos variam? O que limita a produtividade deles?

Bom, para descobrirmos as respostas destas questões, iniciaremos nossa aula.

PRODUÇÃO

Produção é o processo pelo qual dois ou mais insumos são combinados para formar um novo produto. Por exemplo, nutrientes do solo, água, dióxido de carbono e luz solar são combinados para formar matéria orgânica durante a fotossíntese. Geralmente, produção industrial envolve o uso de energia, trabalho, capital e matéria prima para formar produtos industrializados. Na figura 1.1 se ilustra o processo de produção. Observe o símbolo de interação em questão, no qual entram insumos e saem produtos. Sempre que este símbolo é usado, significa que esse processo de produção está ocorrendo.

(Ingredientes necessários contendo energia potencial)

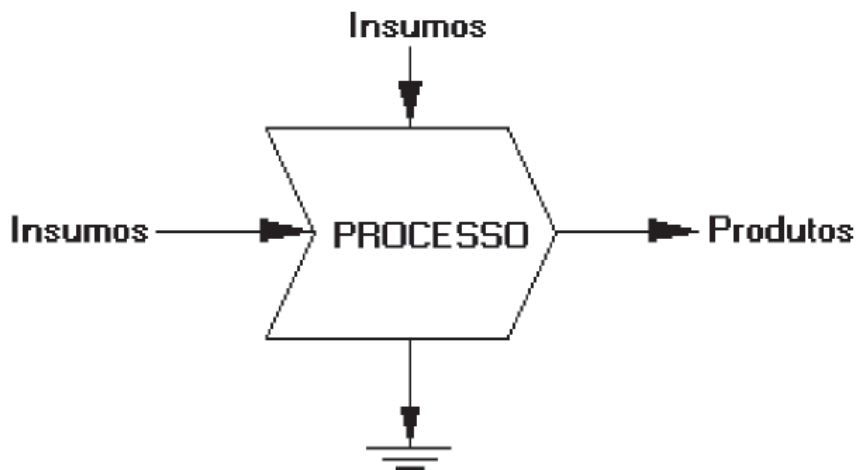



Figura 1.1 Processo de produção com dois insumos que se interatuam.

Durante o processo de produção cada entrada de insumos leva energia de diferentes tipos e qualidade. Durante a produção, essas energias são transformadas em uma nova forma. Parte dela é degradada e perdida através de calor. Transformações de energia como essa ocorrem durante processos de produção e são denominadas trabalho.

PRODUÇÃO BRUTA E LÍQUIDA

Onde há um processo de produção seguido de um processo de consumo - como na fotossíntese e respiração de plantas - devemos distinguir entre produção líquida e produção bruta menos seu correspondente da respiração. Na figura 1.2, produção primaria bruta (PPB ou GPP em inglês Growth Primary Production) é a taxa real de produção de matéria orgânica. Produção bruta é o fluxo que sai do símbolo de interação (5 gramas por dia, neste caso). Produção primaria líquida (PPL em inglês NPP Net Primary

Production) é a produção realmente observada quando produção e algo de respiração ocorrem ao mesmo tempo. Na figura 1.2, a taxa bruta de produção de biomassa é 5 gramas por dia e a taxa de respiração é 3 gramas por dia. A produção líquida é igual a produção bruta menos a respiração. Portanto, a produção líquida é 2 gramas por dia.

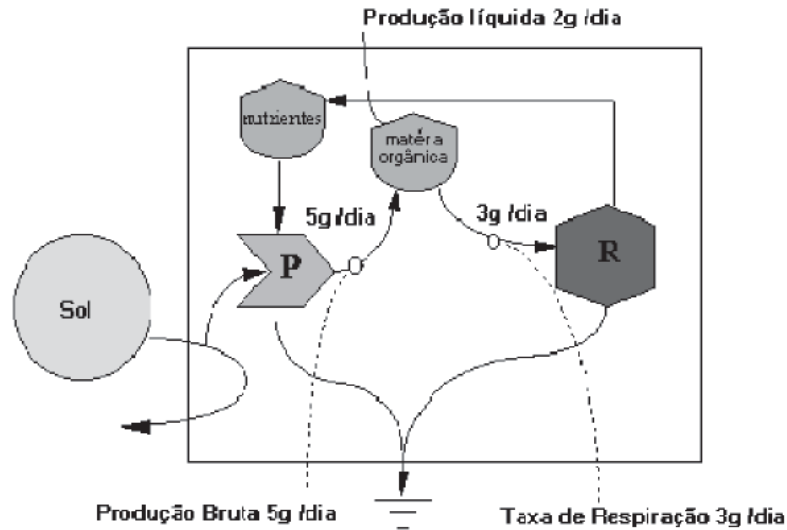



Figura 1.2 Produção bruta e líquida. P, produção; R, respiração.

Em sistemas mais complexos, como na floresta, onde existem várias etapas de produção e consumo, há mais de um tipo de produção líquida. Por exemplo, produção líquida de madeira, produção líquida de serrapilheira, etc.

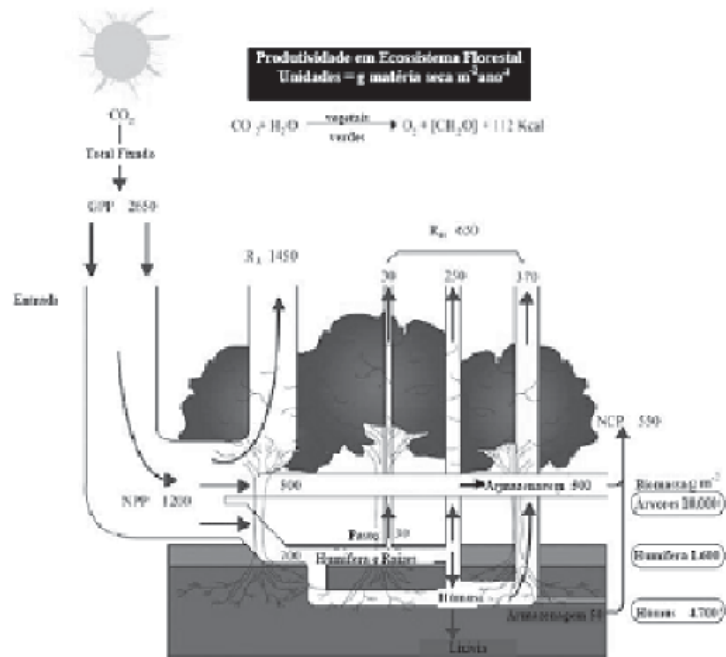



Figura 1.3. Produtividade primaria global de um ecossistema floresta:

$$NPP = GPP - R_A + R_H$$

A figura 1.3 destaca a produção global de um ecossistema florestal em equilíbrio ou maduro, onde há equilíbrio na produção primária e respiração. O incremento da produção da comunidade e a perda por lixiviação é inferior a 20% do carbono assimilado por metro quadrado de floresta, ver tabela 1.1.

A produção líquida também depende do tempo em que é medida. Por exemplo, à noite muitas plantas consomem a maior parte daquilo que produziram durante o dia. Sua produção líquida durante o dia é grande, mas sua produção líquida, incluindo a respiração de noite, é muito pequena. Se considerássemos a produção líquida durante um ano inteiro, seria muito pequena ou então zero.

	Jovens	Maduras
Biomassa (kg m^{-1})	9,7	5,8
PPL (g m^{-2} a^{-1})	1060	1300
% de massa em		
Madeira	60	80
Folhas	10	1
Raízes	30	19
Tempo de giro (y)	8,5	43,5
Idade da Árvore (y)	40-45	150-400
Respiração/GPP	0,80	1,00

Tabela 1.1. Comparação da produtividade entre duas florestas.

A tabela 1.2 mostra a produção primaria líquida nos diversos ecossistemas mundial. Destacamos a PPL das florestas tropicais e recifes (2000 g/m2/ano) pântanos (2500).

Ecossistemas (por ordem de produtividade)	Área (10^6 km^2)	Produção primária líquida média por unidade de área (g/m^2 /ano)	Produção primária líquida mundial (10^9 mtn/ano)	Biomassa média por unidade de área (kg/m^2)
Continental				
Floresta tropical	17,0	2000,0	34,00	44,00
Floresta tropical sazonal	7,5	1500,0	11,30	36,00
Floresta perene temperada	5,0	1300,0	6,40	36,00
Floresta caducifólia temperada	7,0	1200,0	8,40	30,00
Floresta Boreal	12,0	800,0	9,50	20,00
Savana	15,0	700,0	10,40	4,00
Terras cultivadas	14,0	644,0	9,10	1,10
Mata e vegetação rasteira	8,0	600,0	4,90	6,80
Pasto temperado	9,0	500,0	4,40	1,60
Tundra e prado alpino	8,0	144,0	1,10	0,67
Arbustos de deserto	18,0	71,0	1,30	0,67
Rocha, gelo, areia	24,0	3,3	0,09	0,02
Pântanos e alagados	2,0	2500,0	4,90	15,00
Lago e corrente	2,5	500,0	1,30	0,02
Total continental	149,0	720,0	107,09	12,30
Marinha				
Leitos de algas e recifes	0,6	2000,0	1,10	2,00
Estuários	1,4	1800,0	2,40	1,00
Zonas ascendentes	0,4	500,0	0,22	0,02
Plataforma continental	26,6	360,0	9,60	0,01
Mar aberto	332,0	127,0	42,00	0,003
Total mar	361,0	153,0	55,32	,01
Total mundial	510,0	320,0	162,41	3,62

Fonte: Smith, 2001.

Tabela 1.2 Produção primária liquida e biomassa vegetal de ecossistemas mundiais.

FATORES LIMITANTES DA PRODUÇÃO PRIMÁRIA

A maioria dos processos de produção ocorre rapidamente quando os insumos estão disponíveis em grandes quantidades. Contudo, a velocidade de uma reação é determinada pelo reativo menos disponível. Este reativo é chamado fator limitante. Por exemplo, a luz é necessária para a fotossíntese, portanto este processo se torna mais lento e se detêm durante a noite; a luz do sol é o fator limitante que controla esse processo.

Na figura 1.4, ainda aumentando o abastecimento de nutrientes, não aumentará a produção. Este é um exemplo de um fator limitante externo; está fora do sistema.

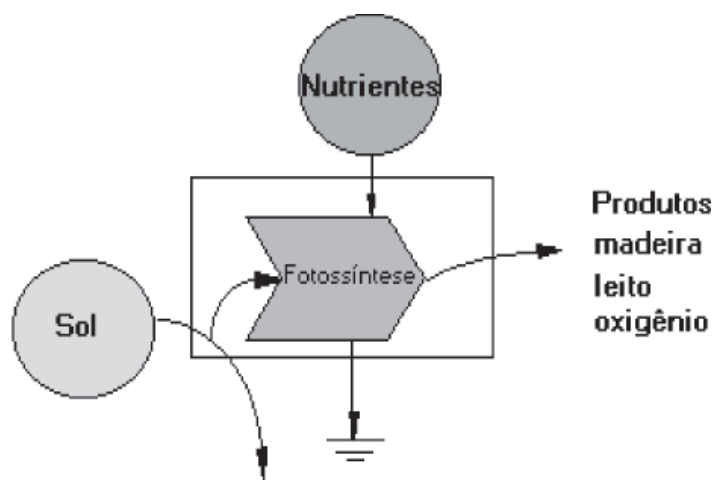



Figura 1.4 O sol é o fator limitante no processo de fotossíntese.

Na figura 1.5 observa-se que aumentando a luz, os nutrientes se tornam limitantes porque eles ficam retidos na matéria formada e não se reciclam rápido. Este é um exemplo de fator limitante interno; limita porque a reciclagem não é suficientemente rápida. Os valores de produção em função dos nutrientes reduzem a um limite suporte. Assim, espera-se que conforme aumentam os nutrientes, a taxa de produção aumenta? Apesar disto, conforme a luz se torna limitante, a taxa de produção reduz seu aumento. Este é um gráfico típico de fatores limitantes. Esta curva também ilustra a lei do retorno decrescente em economia.

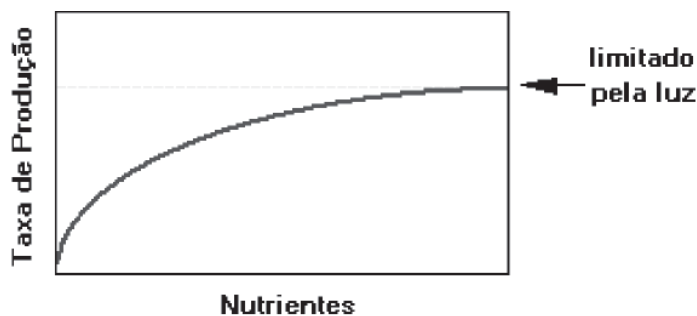



Figura 1.5 Gráfico da taxa de produção (P) do processo da Figura 1.3,conforme os nutrientes aumentam e a luz se torna limitante

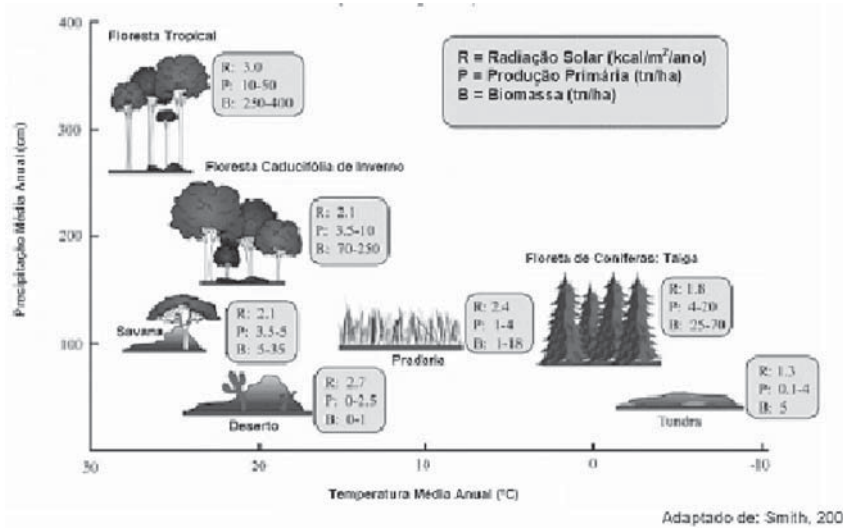



Figura 1.5 Distribuição da produção primária (PPB), biomassa viva (B) relacionadas à entrada de Radiação, Índice Pluviométrico e Temperatura.

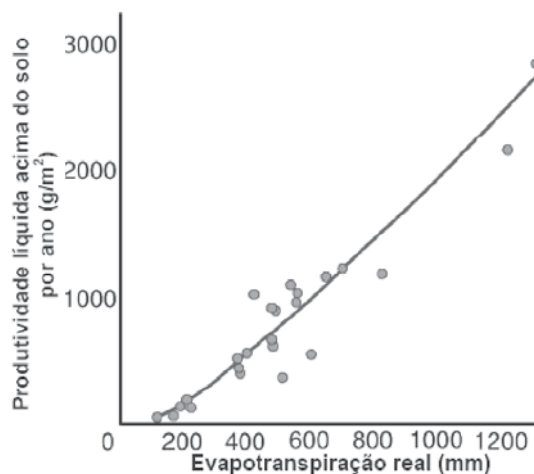
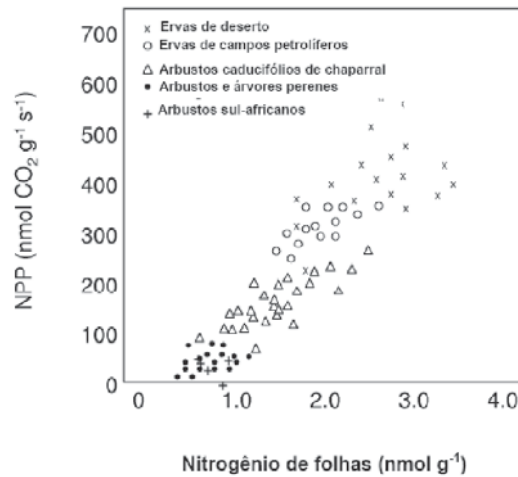
CONCLUSÃO

A produção primária bruta é a energia total assimilada pela fotossíntese. A produção primária liquida é a energia acumulada na biomassa vegetal, logo ela é produção primária bruta menos a respiração. A produção primária nos ecossistemas terrestres varia em função do clima e os fatores limitantes estão ligados aos fatores externos, tais como: clima e luminosidade. Os fatores internos estão geralmente relacionado a disponibilidade de nutrientes no solo, uma vez que os nutrientes estão estocados na matéria viva.

RESUMO

Nesta aula, estudamos a produtividade primária nos ecossistemas terrestres e seus fatores limitantes. Vimos que os padrões de produção primária nos ecossistemas aquáticos e terrestres são similares, porém os nutrientes são os fatores limitantes mais eficientes. Neste estudo é possível similar o processo de produção usando símbolos de energia. Identificamos os fatores limitantes externos e internos dentro de um sistema energético e comparamos os padrões temporais e biogeográficos que influenciam a produção.

ATIVIDADES

1. Defina os seguintes termos:
a) Trabalho.
b) Produção bruta.
c) Produção líquida.
d) Fatores limitantes.
e) Princípio da máxima potência.
f) Lei do retorno decrescente.
g) Competição.
h) Nicho.
i) Combustíveis fósseis.
j) Micro-clima.
2. Discuta como os fatores limitantes externos e internos afetam a produção primária.
3. Faça a distinção entre produção e trabalho.
4. Desenhe um gráfico mostrando a produção (fotossíntese) e a respiração como uma função do tempo em um período de um dia.
5. Observe a figura abaixo e explique o que é evapotranspiração e como ela efetivamente afeta a produção.

6. A concentração de nitrogênio foliar sugere que a disponibilidade seja maior no hábitat de deserto onde há pouca disponibilidade de água. Isso é possível?

7. Faça uma análise sobre as produtividades nas tabelas1.2 e 1.3.

Fonte	PPL Cooptada (Pg)
Terra Cultivada	**15,0**
Pastos	
Pastos Convertidos	9,8
Pastos naturais ou consumidos	0,8
Pastos naturais ou Queimados	1,0
Subtotal	**11,6**
Florestas	
Mortas durante colheita	1,3
Mudança de Cultivo	6,1
Limpeza de Terra	2,4
Produtividade de plantação de floresta	1,6
Colheitas de floresta	2,2
Subtotal	**13,6**
Áreas Ocupadas por Pessoas	**0,4**
Total PPL Terrestre cooptada	40,6
Total PPL Terrestre	132,1
Percentual Cooptado	30,7%

Fonte: Vitousek at al. 1986 Bioscience 36:368

Tabela 1.3 Produção primária em solos alterados por humanos.

LEITURA COMPLEMENTAR

Faça uma leitura complementar do texto básico no livro de Odum & Barret, capitulo 3, páginas 77 – 107, citado nas referências bibliográficas.

PRÓXIMA AULA

Na próxima aula, veremos os níveis tróficos e sua importância.

REFERÊNCIAS

ODUM, E. P.; BARRET, G. W. Fundamentos de Ecologia. 5 ed. São Paulo: Thompson Learning, 2007.
ODUM, H. T. et al. Environmental systems and public policy. Ecological Economic Program, University of Florida. Boca Raton/Florida/EUA: CRC Press, 1997.
PINTO-COELHO, R. M. Fundamentos em Ecologia. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2000.
RICKLEFS, R. E. A economia da natureza. 5 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.
http://www.unicamp.br/fea/ortega/eco/index.htm.
http://www.universia.com.br /mit/curso.asp.